

研究課題名 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究
小課題名 ホシガレイの放流技術に関する研究
研究期間 2017～2021 年

平川直人

目 的

福島県沿岸におけるホシガレイは資源量が非常に少ないことから、持続的な資源の利用には、資源評価に基づく種苗放流等の適切な資源管理が求められる。そこで、効果的なホシガレイ放流技術を開発し、放流効果向上と持続的な資源利用を図ることを目的とした。

方 法

1 資源評価に係るデータの収集（漁獲物調査）

2021 年 1～12 月に相双地区（新地、相馬原釜、請戸）といわき地区（久之浜、沼之内）の地方卸売市場において、沖合底びき網、小型機船底びき網及び刺し網漁業によって水揚げされたホシガレイの全長測定と天然・放流個体の判別を行った。

2 放流追跡調査

2021 年 6 月 8 日に福島県水産資源研究所において生産した全長約 6cm のホシガレイ種苗 3 万尾を相馬市松川浦湾口部に放流した。また、2021 年 6 月 16 日に国立研究開発法人水産研究・教育機構宮古庁舎において生産された全長約 6cm の種苗 5 万尾をいわき市小名浜港において放流した。なお、相馬市松川浦湾口部、いわき市小名浜港に放流した種苗の耳石は、ALC(アリザリンコンプレクソン)でそれぞれ 2 重、1 重に標識した。

2021 年に福島県南部海域で漁獲されたホシガレイ放流個体 14 個体の年齢査定と ALC 輪紋の確認を行なった。標本は、精密測定（全長、標準体長、体重、生殖腺重量、胃内容物と性別の測定と記録）を行なった後、無眼側耳石扁平石（以下、耳石）を摘出した。耳石は、実体顕微鏡下で画像を取得し、画像解析ソフト（ImageJ）を用いて、核から縁辺までの耳石半径、核から各輪紋までの各輪半径を計測した。また、ALC 標識の有無と輪紋数を記録した。なお、標本の漁獲位置は、漁業者が操業時に記載する操業日誌により確認した。

結 果 の 概 要

1 資源評価に係るデータの収集（漁獲物調査）

新地、相馬原釜、請戸、久之浜及び沼之内の地方卸売市場におけるホシガレイ漁獲物調査の結果、81 個体（天然 65 個体、放流 16 個体）の測定を行い、全長範囲は 30～65cm、最頻値は 36cm、中央値は 41cm であった（図 1）。

2 放流追跡調査

2021 年は、相双地区といわき地区を合わせて、ホシガレイ種苗 8 万尾を放流した。（図 2）。今後、放流個体の漁獲状況等の追跡調査を継続する。

耳石年齢査定の結果、2021 年に福島県南部海域で漁獲されたホシガレイ放流個体はオスが 2-5 歳（5 個体、全長 320-430mm）、メスが 2-5 歳（9 個体、全長 350-480mm）であり、2016～2019 年に放流された個体であった（表 1）。このうち 10 個体は耳石に ALC 標識を有しており、放流年と ALC 標識輪紋数から相馬市松川浦といわき市小名浜港で放流された個体であった（図 3）。

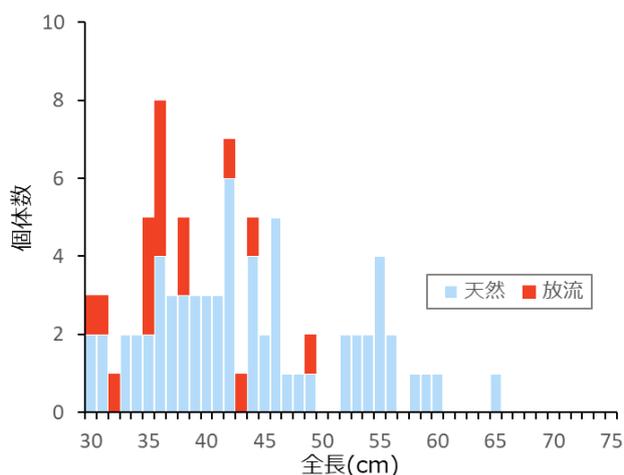


図 1 2021年1～12月に新地、相馬原釜、請戸、久之浜及び沼之内に水揚げされたホシガレイの全長組成

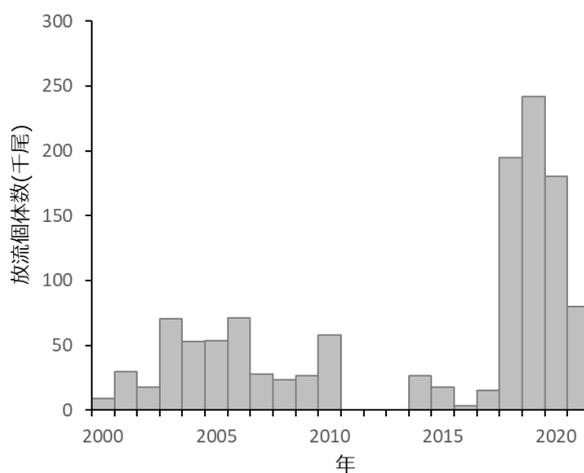


図 2 福島県における2000-2021年のホシガレイ種苗放流個体数

表 1 耳石の分析を行ったホシガレイ放流個体

ID	漁獲日	全長(mm)	性別	年齢	放流年	ALC輪紋数	放流地点	漁獲地点
1	2021/2/1	335	オス	2	2019	1	小名浜港	37° 14'N / 141° 13'E
2	2021/3/12	430	オス	5	2016	-	-	36° 55'N / 140° 54'E
3	2021/3/29	320	オス	3	2018	1	松川浦	36° 54'N / 140° 53'E
4	2021/4/5	330	オス	3	2018	-	-	36° 58'N / 141° 00'E
5	2021/5/24	420	メス	3	2018	1	松川浦	36° 55'N / 140° 54'E
6	2021/6/8	350	メス	2	2019	2	松川浦	36° 54'N / 140° 54'E
7	2021/6/17	480	メス	5	2016	-	-	36° 55'N / 141° 02'E
8	2021/6/21	370	オス	2	2019	2	松川浦	37° 01'N / 140° 59'E
9	2021/6/25	450	メス	3	2018	-	-	36° 57'N / 141° 02'E
10	2021/7/14	370	メス	2	2019	1	小名浜港	36° 55'N / 140° 54'E
11	2021/7/30	435	メス	3	2018	1	松川浦	36° 55'N / 140° 53'E
12	2021/8/12	460	メス	4	2017	1	松川浦	36° 55'N / 140° 54'E
13	2021/8/20	440	メス	3	2018	1	松川浦	36° 54'N / 140° 53'E
14	2021/8/23	380	メス	2	2019	1	小名浜港	36° 54'N / 140° 53'E

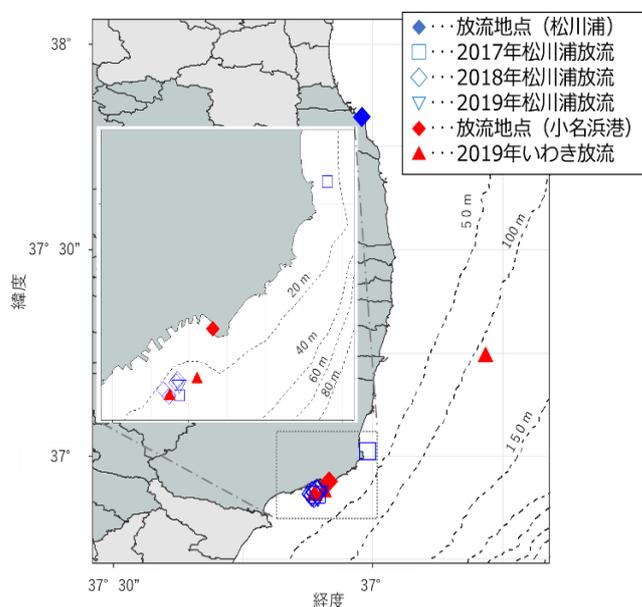


図 3 ホシガレイ ALC 標識個体の漁獲位置

結果の発表等 令和3年度参考となる成果「ホシガレイ放流個体の漁獲加入と放流後の移動」
 登録データ 21-01-001「ホシガレイ年齢査定」(05-45-1821)
 21-01-002「ホシガレイ市場調査」(05-45-1821)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明
小課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明（ヒラメ）
研究期間 2018～2021年

平川直人

目 的

ヒラメは福島県沿岸漁業における重要種であり、持続的な資源の利用には、資源評価に基づく資源管理が求められる。そこで、本研究は、資源動向や資源状況を把握するとともに適切な資源管理手法を検討し、漁業者による資源管理を支援することを目的とした。

方 法

1 ヒラメ新規加入水準の把握

ヒラメ稚魚の採取は、2021年7～8月に相馬市磯部大浜沖（以下、磯部）、いわき市夏井川河口沖（以下、新舞子）、いわき市勿来海岸沖（以下、菊多浦）の水深7mと15mの海域で行った。標本は水工研Ⅱ型ソリネット（網口幅2m、目合6mm）を用い、原則2ノットで15分間曳網し採取した。各調査地点で採取されたヒラメ稚魚は全長、体重及び個体数を記録し、天然個体と放流個体の判別は、無眼側体色異常をもとに行った。ヒラメ稚魚個体数密度は、採取された全長150mm以下のヒラメ天然個体の個体数を曳網面積で除し算出した。

2 資源評価に係るデータの収集（漁獲物調査）

2021年1～12月に相双地区（新地、相馬原釜、請戸）といわき地区（久之浜、沼之内）の地方卸売市場において、沖合底びき網、小型機船底びき網及び刺し網漁業によって水揚げされたヒラメの全長測定と天然・放流個体の判別を行った。

結 果 の 概 要

1 ヒラメの新規加入水準の把握

2021年に採捕されたヒラメ稚魚個体数は127個体、個体数密度は5.4個体/1000m²であった（表1）。各調査地点とも、ヒラメ稚魚個体数密度は、7月よりも8月が高かった。2010～2020年度に実施した同様の調査におけるヒラメ稚魚個体数密度は、0.2～14.4個体/1000m²であり、中央値は1.5個体/1000m²であった（図1）。2018年以降、ヒラメ稚魚個体数密度は高い値で推移しており、良好な漁場加入が継続しているものと考えられた。

2 資源評価に係るデータの収集（漁獲物調査）

相双地区におけるヒラメ漁獲物調査の結果、18,531個体（天然18,216個体、放流315個体）の測定を行い、全長範囲は30～95cm、最頻値は50cm、中央値は55cmであった（図2）。いわき地区におけるヒラメ漁獲物調査の結果、7,742個体（天然7,322個体、放流420個体）の測定を行い全長範囲は32～98cm、最頻値は50cm、中央値は55cmであった（図3）。福島県では、漁業者の自主的な規制として、漁獲対象となるヒラメの全長を相双地区で50cm以上、いわき地区で40cm以上としている。このため、地区間で漁獲物の全長組成が異なり、相双地区では全長40～50cmの個体の漁獲が少なかった。

表 2 ヒラメ新規加入量調査における
ヒラメ稚魚採捕個体数と密度

調査地点	年月日	曳網回数	曳網面積(m)	採捕個体数	密度(個体/1000m ²)
磯部	2021/7/12	2	3,408	0	0.0
	2021/8/3	2	3,300	4	1.2
	2021/8/26	2	3,373	25	7.4
新舞子	2021/7/6	2	3,397	0	0.0
	2021/8/11	2	3,115	37	11.9
菊多浦	2021/7/7	2	3,626	19	5.2
	2021/8/12	2	3,246	42	12.9
計		14	23,464	127	5.4

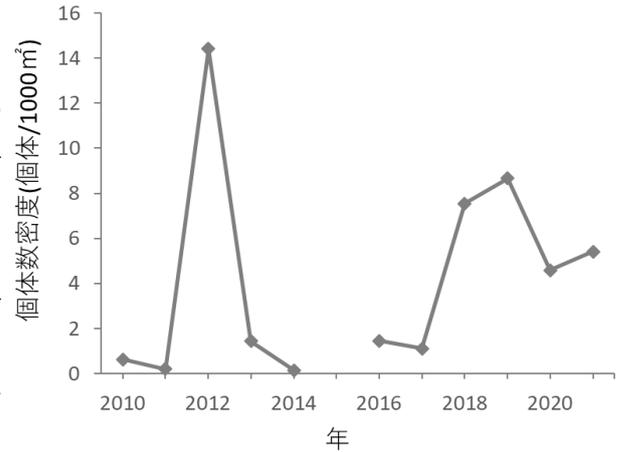


図 1 2010～2021年ヒラメ新規加入量調査におけるヒラメ稚魚個体数密度

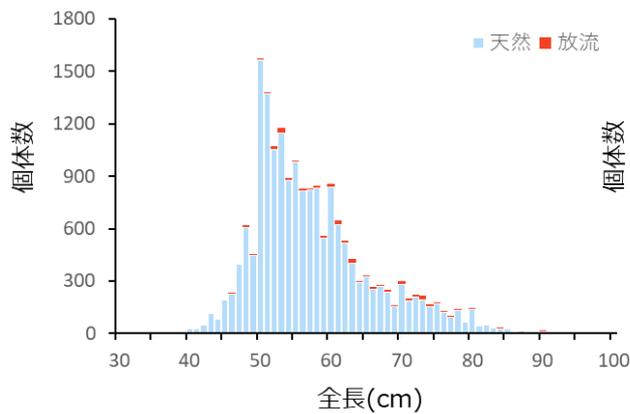


図 2 2021年1～12月に相双地区で漁獲されたヒラメの全長組成

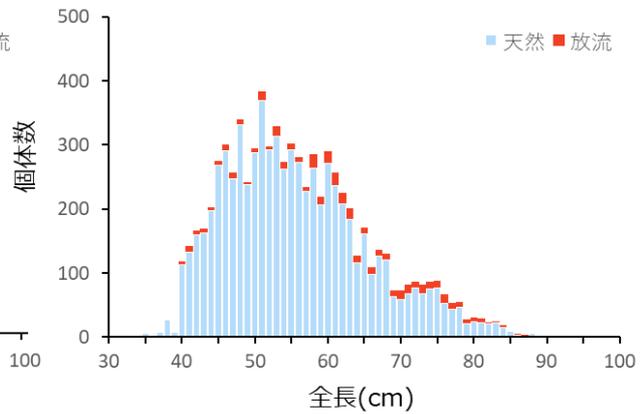


図 3 2021年1～12月にいわき地区で漁獲されたヒラメの全長組成

結果の発表等 なし

登録データ 21-01-003「ヒラメソリネット調査」(04-40-1821)

21-01-004「ヒラメ市場調査」(04-40-1821)

研究課題名 水産生物の種苗性改善に関する研究
小課題名 ホシガレイ優良種苗生産技術の開発
研究期間 2022 年

山野辺貴寛・伊藤貴之・平川直人
鈴木翔太郎・菊地正信

目 的

ヒラメに次ぐ栽培漁業対象種として漁業者から強い要望のあるホシガレイについて、放流種苗を安定して量産するための技術を開発する。

方 法

1 24 時間照明有効性の確認（小規模飼育試験）

仔魚期開口前後の初期飼育における 24 時間照明飼育の有効性を確認するため、6 日齢～10 日齢の間に 24 時間照明を行う試験区、全期間を通じて 12 時間照明とする試験区（対照区）、6 日齢～10 日齢の間に緑色光で 24 時間照明を行う試験区の 3 試験区を設定し、円形 500L 青色水槽各 2 面ずつ、1 面あたり 5,000 尾のふ化仔魚を収容して飼育試験を行った。なお、24 時間照明区・緑色光照明区は 24 時間照明を行う期間以外は 12 時間照明とした。各試験区とも池中央水面付近の点灯時照度で 1,300～2,300lx を確保するよう照明を設置し、試験区周囲に遮光幕を展開することで自然光の影響と試験区相互の影響が出ないように配慮した。試験は令和 4 年 1 月に実施し、全試験区に共通した飼育管理として、止水管理、丸形エアストーン 2 基による微通気、15℃飼育（試験魚収容時の水温を 10℃とし、15℃になるまで 1℃/日ずつチタンヒーターにより昇温及び保温した）、シオミズツボワムシ給餌（7 日齢から 10 個体/cc 以上を維持するよう管理し、残餌確認時に不足した場合は 10 個体/cc となるよう給餌）、淡水クロレラ 15cc/日・貝化石 10cc/日の飼育水添加を行った。20 日齢で飼育を終了し、全数を取り上げて生残尾数を確認したほか、9 日齢・20 日齢時点での全長測定と、9 日齢時点で夜間のワムシ摂餌数調査を行った。

2 放流用種苗生産

令和 3 年 1～6 月に 30 m³水槽を用いて放流用種苗生産を実施した。受精卵は本研究所で得られたもののほか、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所宮古庁舎（以下、水研機構）より提供を受けたものを用いた。ふ化仔魚は 3 池に収容し（11.4 万尾、20.8 万尾、22.4 万尾）、着底完了（60 日齢ごろ）までを 1 次飼育とし、それ以降放流サイズとなるまでを 2 次飼育、3 次飼育とした。1 次飼育中は 7 日齢から 20 日齢頃にシオミズツボワムシを、20 日齢から 60 日齢ごろにアルテミアノープリウス幼生を、50 日齢ごろから配合飼料を給餌した。飼育水温は 15℃とし、温水式熱交換器により加温した。ワムシ給餌期間は止水飼育、それ以降は流水飼育とし、生物餌料給餌期間中は貝化石を、ワムシ給餌期間中はさらに淡水クロレラを飼育水へ添加した。2 次・3 次飼育は飼育水温を 17℃、流水飼育とし、配合飼料を給餌した。

結 果 の 概 要

1 24 時間照明有効性の確認（小規模飼育試験）

20 日齢取り上げ時点での生残率は、24 時間照明試験区の 2 池が他のいずれの試験区よりも高い結果となった。一方、試験区間での成長及び 9 日齢時点での夜間のワムシ摂餌個体数に明確な差は認められなかった（表 1）。

表 1 24 時間照明飼育試験結果

	24H照明-1	24H照明-2	12H照明-1	12H照明-2	緑色照明-1	緑色照明-2
収容数 (尾)	5,000					
収容時全長 (mm) ±SD ^{※1}	5.07±0.20					
9日齢全長 (mm) ±SD ^{※1}	6.49±0.21	6.59±0.22	6.37±0.24	6.32±0.22	6.34±0.30	6.47±0.28
20日齢全長 (mm) ±SD ^{※1}	8.59±0.43	8.63±0.82	8.55±0.72	8.73±0.70	8.14±0.59	8.32±0.49
9日齢 摂餌率 (%) ^{※2}	70.0	50.0	63.3	36.7	70.0	83.3
生残数 (尾)	3,337	2,112	1,248	1,538	209	850
生残率 (%)	66.7	42.2	25.0	30.8	4.2	17.0

※1 30個体を計測

※2 12H照明区の消灯時刻から3~5時間後に胃内容物を確認。ワムシを10個体以上摂餌していた個体の割合とした。

2 放流用種苗生産

初期の飼育は順調であったが、令和3年2月に発生した福島県沖地震の影響により飼育水の給水が断続的に停止し、着底期前後の飼育が十分な状態で実施できず、多くのへい死と形態異常魚が発生し、最終的な取り上げ尾数は約3.2万尾となった(表2)。

表 2 放流用種苗生産結果

収容回次	1R	2R	3R
採卵日	1月18日、20日、22日	1月21日	2月1日
ふ化日	1月27日	1月27日	2月9日
一次飼育収容尾数 (万尾)	11.4	20.8	22.4
一次取上日齢(4/20, 21)	84日齢	84日齢	70日齢
一次取上生残尾数(尾)	3,558	11,717	43,217
一次取上生残率(%)	3.12	5.63	19.29
うち形態正常魚尾数	2,385	6,778	無選別 ^{※1}
形態正常率	67.03	57.85	無選別 ^{※1}
全体生残尾数(尾)		58,492	
全体生残率(%)		10.71	
二次飼育収容尾数(尾)		52,380	
二次取上日齢(5/11, 12)		92日齢, 105日齢	
二次取上生残尾数(尾)		49,593	
二次取上生残率(%)		94.68	
三次飼育収容尾数(尾)(5/12, 13)		32,417	
三次取上日齢(6/8)		119日齢, 132日齢	
三次取上生残尾数(尾)		31,700(放流尾数31,000尾)	
三次取上生残率(%)		96.86	
放流サイズ (TLmm, Av±SD) ^{※2}		61.6±6.8	

※1 二次飼育は1Rと2Rの正常魚と3Rの全生残魚を混養。二次飼育終了時(ALC2重目装着時)に形態異常選別を実施。参考正常率78.4%

※2 測定時日齢113日齢、134日齢。参考日間成長0.6mm/日のため、放流時は推定Av.64.6mm程度

※3 一次飼育水温15~18℃, 二次三次飼育水温16~19℃

結果の発表等 なし

登録データ 21-01-005「ホシガレイ優良種苗生産」(06-58-1621)

研究課題名 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究
小課題名 栽培漁業の再建に資する省力・低コスト生産技術の開発（ヒラメ）
研究期間 2016～2022 年

山野辺 貴寛

目 的

全国のヒラメ生産機関で発生しているアクアレオウィルス感染症に対する防疫体制の構築を図るため、公益財団法人福島県栽培漁業協会（以下、栽培協会）が入手するヒラメ親魚候補についてアクアレオウィルス保有状況調査を行う。

方 法

2021 年 11 月までに栽培協会が購入し、蓄養していた福島県産ヒラメ 56 個体について、腸管ぬぐい液をサンプルとした RT-PCR 法によるウイルス保有状況調査を行った。検査方法は水研機構が作成したマニュアル（水産研究・教育機構(2020), ヒラメのアクアレオウィルス感染症防除対策マニュアル ver.1) に従った。

結果の概要

全 56 個体中 6 個体について、陽性対照と同じ分子量とみられる増幅産物が得られたことから、当該魚をウイルス保有魚と判断し、栽培協会に対して処分を推奨するとともに、種苗生産時の卵消毒の徹底を指導した。

結果の発表等 令和 3 年度参考となる成果「ヒラメ親魚のアクアレオウィルス保有状況と防除対策」
登録データ なし

研究課題名 魚類の防疫に関する研究
小課題名 サケ増殖指導事業
研究期間 2018～2021年

山野辺貴寛・平川直人・鈴木翔太郎

目 的

東日本大震災以降、ふ化放流事業を行うサケ増殖団体について、サケ稚魚の安定生産を図るための技術指導を行う。

方 法

2021年11月から2022年1月までの間に、宇多川、真野川、新田川、富岡川、木戸川及び夏井川の6ふ化場を巡回し、卵や稚魚の管理状況、疾病の有無等を調査し、問題等が発生した場合には飼育担当者等へ適宜指導した。

結 果 の 概 要

いずれの河川も記録的な親魚の不漁であり、十分な卵が得られなかった。

1 宇多川

新規従事者が多かったことから、親魚の取り扱い、採卵方法等について確認した。

2 真野川

水腫症が発生し、大量へい死が起きたことから塩水浴の実施に際し、現地指導を行った。

3 新田川

遡上不良により、採卵に至らなかった。

4 富岡川

復旧した新規孵化場において初めてのふ化事業実施となり、基本的な管理方法について指導した。十分な卵は得られなかったものの放流することができた。木戸川経由にて、山形県からの卵移入も行った。

5 木戸川

遡上不良のほか、管理に問題はなかった。卵が不足したことから、山形県からの卵移入を2回行った。その際、温度管理等について指導した。

6 夏井川

採卵数が少数となったことから、卵管理水槽ではなく、ザルを用いた卵管理を導入し、作業性が向上した。

結果の発表等 なし
登録データ なし

研究課題名 水産生物の種苗性改善に関する研究
小課題名 ホシガレイ優良種苗生産技術の開発
研究期間 2021 年

伊藤貴之・平川直人・山野辺 貴寛
鈴木翔太郎・菊地正信

目 的

ヒラメに次ぐ栽培漁業対象種として漁業者から強い要望のあるホシガレイについて、放流種苗を安定して量産するための技術を開発する。

方 法

調温が可能な閉鎖循環式水槽（5 m³円形水槽 4 基）において、夏季の飼育水温が異なる環境で親魚を飼育し、採卵成績を比較した。試験区として、4～11 月を通して水温を 15℃以下とした 15℃区と、7～9 月に 25℃まで上昇させる 25℃区の各水温区に、漁獲親魚と人工親魚（2018 年度生産、3 歳魚（採卵時満 4 歳））を由来別に収容した 4 試験区を設けた。5 月 6 日から昇温を開始し、採卵開始までに約 10℃となるよう降温させた（図 1）。親魚はピットタグにより個体識別を行った。

2021 年 12 月 24 日にメス全個体に約 40μg/kg となるよう LHRHa を投与した。2022 年 1 月 4 日から採卵を開始し、個体別に採卵数量を求めた後、試験区ごとに浮上卵数、受精卵数、ふ化尾数を求めた。各水温区の人工親魚のうち、あらかじめ選定した 10 尾（5 尾/水温区）については、個体別に浮上卵数、受精卵数、ふ化尾数を求めた。また、ふ化仔魚の無給餌生残試験を行い、開口時生残率、半数死亡日数、以下の式により SAI（無給餌生残指数）を求めた。

$$SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i$$

N : 試験開始時のふ化仔魚数
h_i : i 日目の累積へい死尾数
k : 生残尾数が 0 となるまでの日数

結 果 の 概 要

合計 53 尾のメス親魚のうち、最終成熟しなかった 4 尾を除く 49 尾から採卵を行った。試験に用いたメス親魚の体サイズ、LHRHa 投与量は表 1 のとおりである。延べ 362 回の採卵を行い、合計 26,628 千粒を採卵した（表 2）。得られた受精卵は合計 2,874 千粒であった。平均受精率は 15℃区の漁獲魚で 25.5%、人工魚で 17.9%、25℃区の漁獲魚で 42.3%、人工魚で 24.4%であり、15℃区の方が低い結果となった。浮上卵率、ふ化率についても同様に 15℃区の方が低い結果となった。

ふ化仔魚の総数は、15℃区の漁獲魚で 327 千尾、人工魚で 90 千尾、25℃区の漁獲魚で 1,128 千尾、人工魚で 419 千尾であり、25℃区の方が多くのふ化仔魚を得ることができた（表 3）。

個体別採卵試験の結果を表 4 に示した。15℃区は全個体から採卵できたが、25℃区は 1 個体が最終成熟せず、採卵できなかった。延べ採卵回数は両区とも 29 回だったが、1 尾あたり採卵回数は 15℃区が 5.8 回、25℃区が 7.3 回であり、総採卵数は 15℃区が 1,504 千粒、25℃区が 1,789 千粒であった。15℃区の浮上卵率は 17.6%、受精率は 20.7%、ふ化率は 17.3%、総ふ化仔魚数は 62 千尾であった。25℃区ではそれぞれ 51.9%、26.1%、27.9%、243 千尾であり、いずれも 25℃区の方が高い結果となった。

ふ化仔魚の無給餌生残試験の結果、平均開口時生残率は 15℃区で 81.9%、25℃区で 79.8%、平均半数死亡日数は 15℃区で 18.2 日、25℃区で 18.3 日、平均 SAI は 15℃区で 139.9、25℃区で 151.2 であった（表 6）。無給餌生残試験については、親魚による個体差が大きく、同一個体であ

っても採卵回次ごとの差が大きかった。また、SAI と受精率の間に相関はみられなかった (図2)。

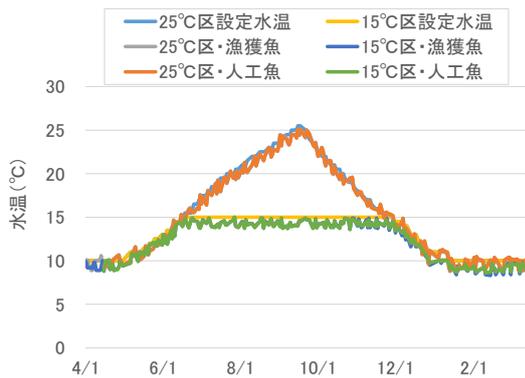


図1 水温の推移

表1 メス親魚の体サイズ、LHRHa 投与量 (2021/12/16 時点)

	15°C区		25°C区		合計
	漁獲魚	人工魚	漁獲魚	人工魚	
尾数	9	20	8	16	53
うち採卵尾数	9	17	8	15	49
平均全長 (mm)	546 (495-604)	436 (362-495)	578 (543-620)	444 (403-506)	
平均体重 (kg)	2.98 (1.99-3.81)	1.41 (0.69-2.26)	3.18 (2.53-4.35)	1.42 (1.01-2.03)	
LHRHa投与量 (µg/kg)	40.8 (39.5-46.4)	40.9 (37.5-45.2)	40.5 (39.1-42.5)	40.6 (35.6-43.5)	

※ () 内は数値の範囲を示す

表2 試験区別採卵成績

	15°C区		25°C区		合計
	漁獲魚	人工魚	漁獲魚	人工魚	
採卵期間	2022/1/4 - 2022/1/4 - 2022/2/21	2022/1/4 - 2022/3/3	2022/1/7 - 2022/1/4 - 2022/2/21	2022/2/21	
延べ採卵回数	88	98	67	109	362
一尾あたり採卵回数	9.8 (5-13)	5.8 (2-8)	8.4 (7-10)	7.3 (5-10)	7.4
1尾1回あたり平均採卵回数	82	68	95	58	74
採卵数(千粒)	(12-234)	(2-155)	(23-247)	(5-149)	26,628
総採卵数(千粒)	7,248	6,664	6,379	6,337	26,628

※ () 内は数値の範囲を示す

表3 試験区別媒精、卵管理成績

	15°C区		25°C区	
	漁獲魚	人工魚	漁獲魚	人工魚
浮上卵率	30.2 (18.1-59.9)	16.6 (1-75.4)	59.2 (29.8-86.5)	48.5 (0-97.5)
受精率	25.5 (1.0-55.6)	17.9 (0-67.0)	42.3 (21.0-77.3)	24.4 (0.7-50.7)
ふ化率	14.2 (1.6-32.8)	14.2 (0-100)	29.4 (13.0-44.8)	23.7 (0-68.1)
ふ化仔魚総数(千尾)	327	90	1,128	419
1尾あたり平均採卵数(千粒)	805	392	797	422
1尾あたり平均受精卵数(千粒)	68	9	197	35
1尾あたり平均ふ化仔魚尾数(千尾)	36	5	141	28

※ () 内は数値の範囲を示す

※受精率、ふ化率は浮上卵に対する割合

表4 個体別採卵成績

試験区	15°C区	25°C区
メス尾数	5	5
うち採卵尾数	5	4
平均全長(mm)	431.2 (417-446)	439.2 (431-447)
平均体重(kg)	1.41 (1.28-1.66)	1.42 (1.18-1.77)
LHRHa投与量(µg/kg)	40.5 (37.5-43.5)	41.8 (40.4-43.5)
採卵期間	2022/1/17 - 2022/3/3	2022/1/14 - 2022/2/17
延べ採卵回数	29	29
一尾あたり採卵回数	5.8 (2-8)	7.3 (6-9)
総採卵数(千粒)	1,504	1,789
1尾1回あたり平均採卵数(千粒)	52 (1.9-123)	77 (11-112)
平均浮上卵率	17.6 (0-75.4)	51.9 (19.0-97.5)
平均受精率	20.7 (0-67.0)	26.1 (0.9-50.7)
平均ふ化率	17.3 (0-100)	27.9 (0-68.1)
総ふ化仔魚尾数(千尾)	62	243

※ () 内は数値の範囲を示す

※受精率、ふ化率は浮上卵に対する割合

表5 無給餌生残試験結果

	全体	15°C区	25°C区
平均開口時生残率 (10日齢)	80.5 (7-97)	81.9 (63-95)	79.8 (7-97)
平均半数死亡日数	18.3 (6-25)	18.2 (12-22)	18.3 (6-25)
平均SAI	147.1 (26.4-292.1)	139.9 (74.3-191.8)	151.2 (26.4-292.1)

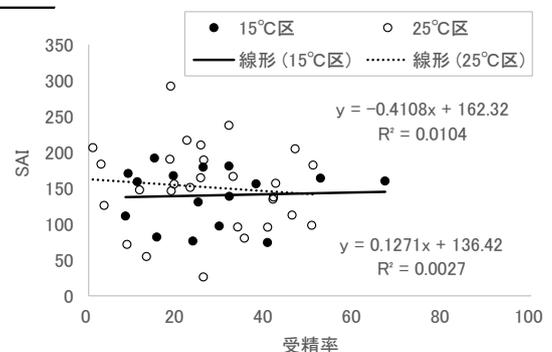


図2 SAI と受精率の関係

結果の発表等 なし

登録データ 21-01-006 「2021 ホシガレイ親魚養成」 (05-19-2121)

研究課題名 先端技術の社会実装
小課題名 福島県内水面漁業の復活に向けた種苗生産・供給技術の社会実装
研究期間 2021年

伊藤貴之

目 的

これまでに確立された閉鎖循環式飼育設備を用いたアユ親魚養成技術を基に、種苗生産事業で必要とする種卵の確保及び複数系統の維持継代を可能とする技術体系を確立する。

方 法

20 m³隅切り水槽を用いた閉鎖循環式飼育施設（図1）2面において、アユ2系統（真野ダム湖産F2、海産釣獲F2）の親魚養成を実施した。飼育期間は真野ダム湖産が令和3年2月20日から10月6日（229日間）、海産が3月30日から10月8日（193日間）であった。収容尾数は真野ダム湖産が2,420尾、海産が1,937尾であった。水量は20 m³を基本とし、吐出し量120L/分のポンプを24時間稼働して水を循環させた（約8.5回転/日）。定期的にパックテストを用いて飼育水の三態窒素濃度を測定した。給餌は魚体重の3%を1日あたり3回に分けて行った。水槽、沈殿槽の掃除は不定期で行い、飼育水の汚れが著しいと判断された場合には水槽の半分程度の換水を行った。隔週で約30尾を抜き取り、魚体測定を行った。あわせて、閉鎖循環式飼育設備を用いたアユ親魚養成に係る飼育コストを試算した。

結 果 の 概 要

飼育期間を通してアンモニア、亜硝酸濃度は低い値で推移しており、生物濾過が稼働していることが確認できた。水温は両系統でほぼ同じように推移し、7月下旬以降25℃を超え、8月上旬に最高26.8℃となった（図2）。8月に高水温に起因すると考えられる水質の悪化と大量へい死が発生した。

真野ダム湖産は9月半ばに平均全長150 mm、平均体重30gまで成長して頭打ちとなった。海産は10月に入っても成長を続け、平均全長169 mm、平均体重46gまで成長した。真野ダム湖産は9月15日にオス平均GSIが12.4、メス平均GSIが25.5となり、透明卵を持つ個体も現れた。海産は10月5日にオス平均GSIが12.6、メス平均GSIが25.7となった（図3）。なお、真野ダム湖産のメス平均GSIが9月後半から10月にかけて35を超えているが、これは排卵できず卵巣が異常に膨隆した個体が増えたためである。アユはオスGSI 12、メスGSI 20を超えると採精、採卵可能な個体が現れ始めることから、いずれの系統も採精、採卵可能な親魚が養成できたと判断された。

真野ダム湖産は2021年10月6日にオス600尾、メス124尾を取り上げ、海産は2021年10月8日にオス317尾、メス348尾を取り上げた。飼育日数は真野ダム湖産で229日、海産で193日であった。このうち海産のオス延べ30個体、メス延べ102個体から、受精卵235.9万粒を採卵した。

飼育期間中に使用した水道料金は真野ダム湖産で39,032円、海産で23,516円と試算された。循環ポンプの電気料金、餌料費を合計した飼育費用は真野ダム湖産で139,054円、海産で108,583円と試算された（表1）。

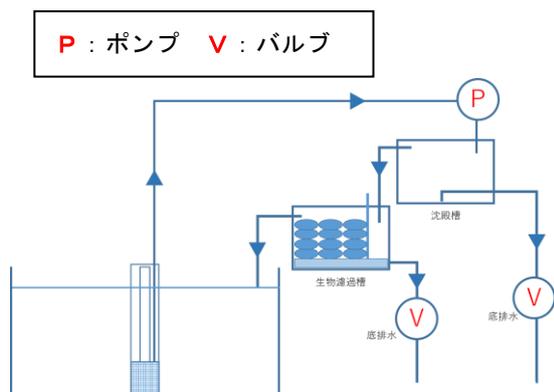


図1 閉鎖循環飼育設備の模式図

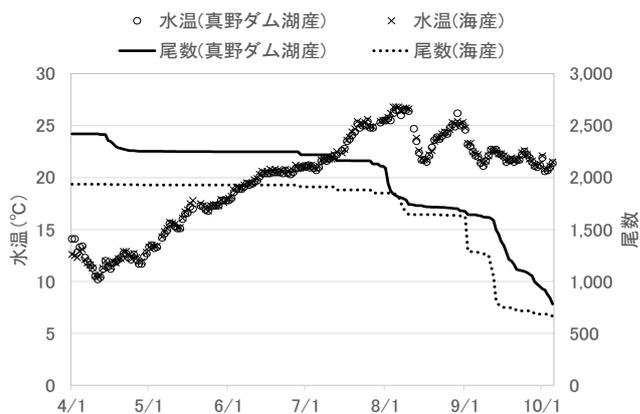


図2 飼育水温、飼育尾数推移

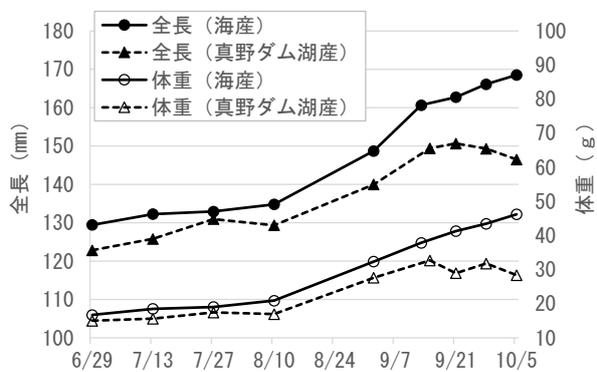


図3 全長、体重の推移

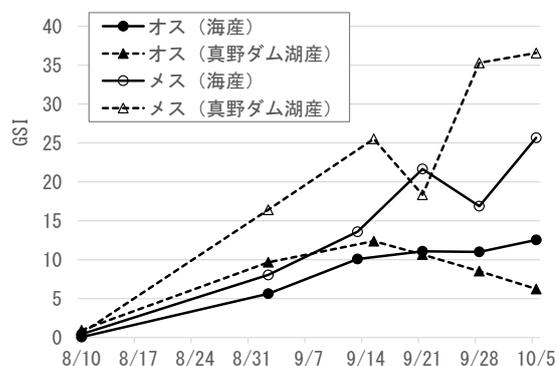


図4 GSIの推移

表1 系統別飼育コスト

費目	単価	真野ダム湖産		海産	
		使用量	金額	使用量	金額
水道料金	242.4 円/m ³	161 m ³	39,026	97 m ³	23,513
電気料金	16.09 円/kW	2,198 kW	35,366	1,853 kW	29,815
餌料費			64,662		55,255
合計			139,054		108,583

結果の発表等 なし

登録データ 21-01-007 「2021 社会実装 (アユ)」 (08-59-2121)

研究課題名 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

小課題名 栽培漁業の再建に資する省力・低コスト生産技術の開発（ヒラメ）

研究期間 2019～2021年

伊藤貴之

目 的

種苗生産において非常に重要な防疫対策技術を開発し、ヒラメ栽培施設の再建と生産事業の再建を技術面から支援するとともに、新施設におけるコスト構造を分析し、コスト削減に向けた提言をする。

方 法

1 生産コスト計算

2019年度から2021年度に（公財）福島県栽培漁業協会（以下、栽培協会）が生産したヒラメ稚魚の生産コストを、親魚養成、餌料培養、種苗生産の各工程に区別して計算した。各費用のうち人件費、餌料費、消耗資材・消耗品費、卵輸送費、放流費用は、支出した金額を栽培協会から聞き取りを行って算出した。2019年度から2021年度は養成親魚からの採卵を行っておらず、卵は全て県外から提供を受けているため、親魚養成には卵の輸送、管理費用を計上した。

光熱水費のうち上水道代は、各工程の期間中に使用した口数と1日あたりの使用時間を栽培協会から聞き取りを行い、水道一口の1時間あたりの使用量を0.72 m³として計算した。

ボイラー代は使用した重油代であり、ヒラメ種苗生産期間中に消費された重油がヒラメの生産のみに使用されたとみなされることから、期間中の給油量から計算した。

電気料金は、ヒラメ生産に関する施設で消費された電力量を算出するとともに、取水ポンプの運転に使用された電力量を、ヒラメ生産施設で使用された海水の流量とそれ以外の施設使用された海水の流量で按分して算出し、施設全体の消費電力量から按分して計算した。

なお、ボイラー代、電気料金は生産工程ごとに区別できなかったため、全工程一括で算出した。

2 生産物の調査

2019年度、2020年度に生産されたヒラメ種苗の魚体測定を行い、雌雄比を求めた。

結 果 の 概 要

1 生産コスト計算

計算結果を表1に示した。2019年度は51,227千円、2020年度は61,444千円、2021年度は67,406千円であった。2019年度、2020年度は自然海水の取水工事が完了していなかったため、温海水のみでの生産となり、高水温を避けるため生産期間を短縮し、小型種苗を放流せざるを得なかったことから、餌料費が圧縮された。2021年度は2020年2月に発生した地震の影響で温海水の取水が停止したことで、自然海水のみでの生産となり、飼育期間が2019、2020年よりも長くなったため、人件費、種苗生産の餌料費、電気料金、ボイラー代が増加した。

2 生産物の調査

雌雄比は2019年度、2020年度ともにメスが60%、オスが40%であった（表2）。温海水を使用することで稚魚期に高い水温を経験し、遺伝的メスがオスに性転換する可能性が懸念されていたが、性比がオスに偏ることはなかった。

表1 ヒラメ生産コスト計算結果

		(千円)		
		2019年度	2020年度	2021年度
親魚養成	人件費	141	-	-
	光熱水費(上水道)	1	1	2
	卵輸送費	138	63	76
餌料培養	人件費	6,288	6,580	7,809
	光熱水費(上水道)	356	252	318
	餌料費	7,673	11,298	11,247
	消耗資材・消耗品費	2,143	627	801
種苗生産	人件費	14,671	15,352	18,221
	光熱水費(上水道)	466	320	498
	餌料費	4,215	6,790	8,565
	消耗資材・消耗品費	9,299	15,162	8,860
	放流費用	1,408	1,393	1,689
光熱水費	電気料金	3,502	3,445	5,058
	ボイラー代	926	159	4,261
合計		51,227	61,444	67,406

表2 ヒラメ種苗雌雄比

	2019年度	2020年度
メス	84尾(60%)	18尾(60%)
オス	55尾(40%)	12尾(40%)

結果の発表等 なし

登録データ 21-01-008 「2021 ヒラメコスト計算」(05-40-1921)

研究課題名 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

小課題名 有用魚種の大量放流技術に関する研究

研究期間 2020年～2021年

鈴木翔太郎・天野洋典*・森口隆大**

目 的

本県沿岸漁業の推進に向け、資源の増大の観点から、栽培漁業の低コスト化、対象種の拡大が課題となっている。

栽培漁業推進対象種であるホシガレイ、栽培漁業研究対象種であるイシガレイ、マコガレイの有用魚種に対して仔魚期での大量放流技術について検討した。特に2021年度は飼育コスト低減のため放流魚の判別や情報を把握する技術である耳石標識技術を仔魚期に応用し、標識の検討を行った。

方 法

ホシガレイ、マコガレイ、イシガレイの仔魚を1 ppmのアリザリンコンプレクソン（以下、ALC）に12時間浸漬し、仔魚の耳石に標識を施し（表1）、ホシガレイは843日齢、マコガレイとイシガレイは490日齢の個体を用いた。各魚種10検体について扁平石の蛍光顕微鏡G励起の表面観察と扁平石のポリエステル系樹脂による切片を作成して同様にG励起による観察を実施した。加えて、各1検体から礫石を採取して、スライドガラス上で研磨し切片を作成しG励起で観察を行った。

結 果 の 概 要

これまでの研究ではホシガレイは200日齢、マコガレイとイシガレイは100日齢まで扁平石の表面観察により標識が確認されていたものの、今回の日齢ではすべて扁平石の表面観察と切片の観察で標識が確認できなかった。一方で、礫石の切片では、イシガレイで標識を確認することができた（図1）。複数の礫石の切片を作成することにより他の魚種でも観察できる可能性はあるが、耳石の核付近まで研磨した上で観察する必要があるため高度な技術と時間を必要とすることからハイスループット化に向けた方法論的な課題が残った。

表1 ALC標識の条件

標識魚種	ホシガレイ、イシガレイ、マコガレイ
使用水槽	アルテミアふ化槽（容量100 L）
供試魚	ふ化仔魚
ALC濃度	1 ppm
浸漬時間	12時間

*水産海洋研究センター、**水産課

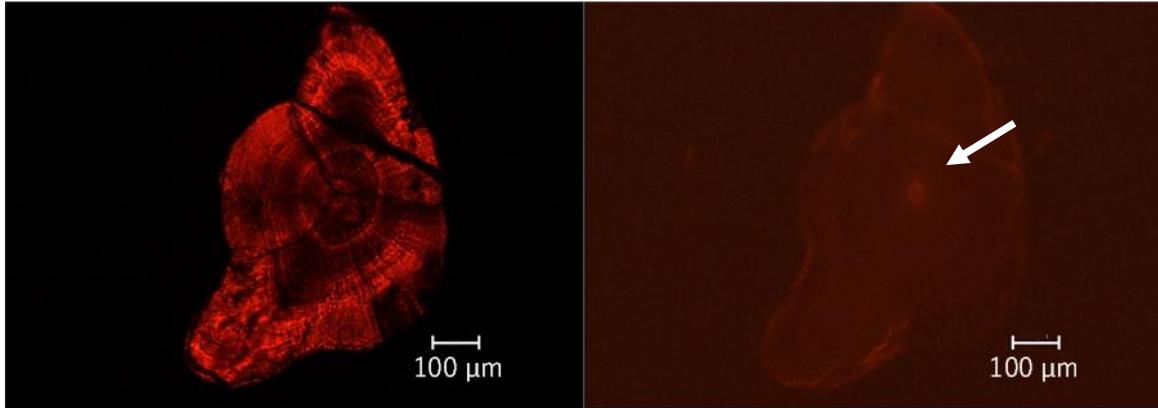


図1 イシガレイの礫石の切片の顕微鏡写真（左）透過光、（右）G 励起
矢印は ALC 標識部分を示す

結果の発表等 令和3年度普及に移し得る成果「仔魚期における ALC 染色による耳石標識技術の開発」

登録データ 21-01-009「有用魚種大量放流」（05-18-2021）

研究課題名 環境から魚介類へ取り込まれる放射性物質の動態把握
小課題名 飼育試験による放射性セシウムの取込・排出過程の解明
研究期間 2019年～2021年

鈴木翔太郎

目 的

漁業復興を後押しするために、本県水産物の安全性に関する情報として、放射性セシウムの魚体内への移行のメカニズムを科学的に説明することは重要である。本研究では、飼育試験により、海水や餌生物から魚体内へ取り込まれる放射性セシウムの動向を明らかにすること目的とした。ここでは特に個体間の放射性セシウム濃度のばらつきと海水からの放射性セシウムの取り込みに着目し、それぞれの測定手法の開発を行った。

方 法

1 非破壊式γ線測定器で測定したカウント数から¹³⁷Cs量への換算

2020年度までに放射性セシウムを含む餌を用いたホシガレイの飼育手法の確立と放射性セシウム（以下、¹³⁷Cs）の取り込みを確認できた一方で、取り込んだ¹³⁷Cs量を推定できていなかったことから2021年度はCsIシンチレータによる個体あたりの¹³⁷Cs蓄積量[Bq]の推移の把握と¹³⁷Cs蓄積量の推移から、¹³⁷Csの低下率を指数関数モデルにより算出を実施した。¹³⁷Csの蓄積期間は7、14、21、56日間で、それぞれ3（M1-M3）、3（M4-M6）、3（M7-M9）、8（U1-U8）個体について、生きたまま非破壊式γ線測定器（FD-08Cs1000-6-W；7-S001と7-S002の2台を使用）によりエネルギー領域662 keVの単位時間あたり（1,000秒）のカウント数を把握し、飼育終了後、各個体の筋肉・肝臓・生殖腺・その他内臓・残渣中の¹³⁷Csの蓄積量をゲルマニウム半導体検出器で把握した。

2 放射性セシウム含有水の作成

海水からの放射性セシウムの動向を把握するために、放射性セシウムを含む海水の作成が必要となる。そこで、2021年度は県内で採取した森林土壌から浸漬法と酸抽出法を用いて¹³⁷Csの抽出を試みた。浸漬法は40 Lの海水に100 gの森林土壌（7,050 Bq/kg-wet）を24時間以上浸漬した。一方、酸抽出法では2Mの塩酸500 mLに25 g程度の森林土壌を添加し、70℃以上の高温で3時間以上攪拌して¹³⁷Csを抽出した。中和した後、¹³⁷Cs濃度を測定し、溶出率（¹³⁷Cs含有水中の¹³⁷Cs量/森林土壌中の¹³⁷Cs量）を算出した。

結 果 の 概 要

1 非破壊式γ線測定器で測定したカウント数から¹³⁷Cs量への換算

非破壊式γ線測定器で測定したカウント数とゲルマニウム半導体検出器で測定した¹³⁷Cs量に強い相関がみられ（図1、図2、図3）、非破壊式γ線測定器で測定したカウント数から¹³⁷Cs量への換算が可能であることが明らかとなった。

2 放射性セシウム含有水の作成

浸漬法では溶出率は2.7%であったのに対し（図4）、酸抽出法では13.6-25.3%であり（表1）、酸抽出法でより効率的に¹³⁷Csを抽出できることが確認できた。

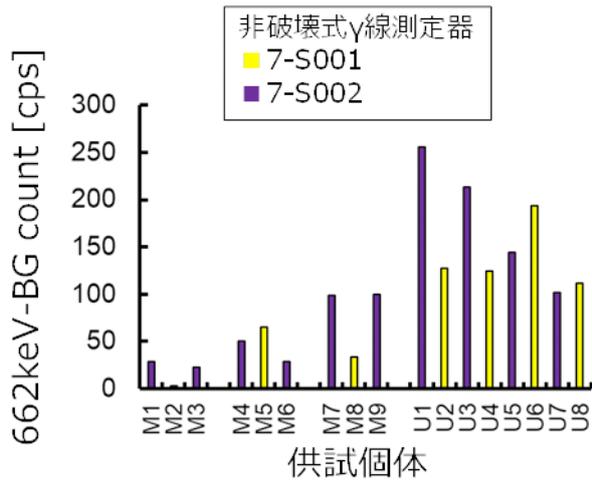


図1 非破壊式γ線測定器によるカウント数

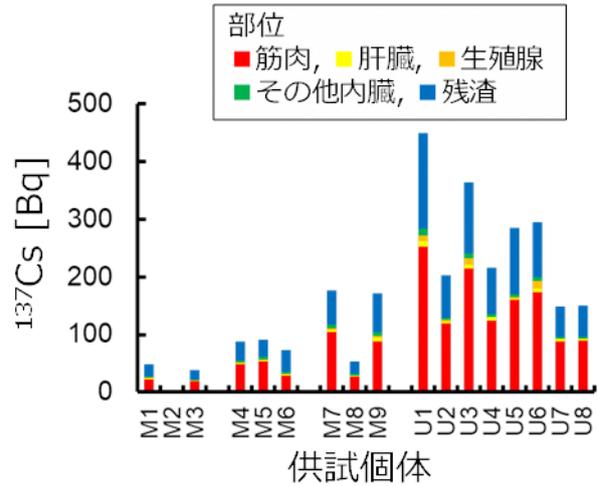


図2 部位別の¹³⁷Csの蓄積量

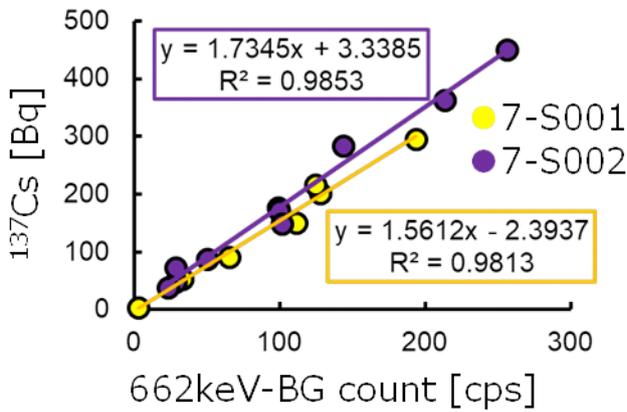


図3 カウント数と¹³⁷Cs蓄積量との関係

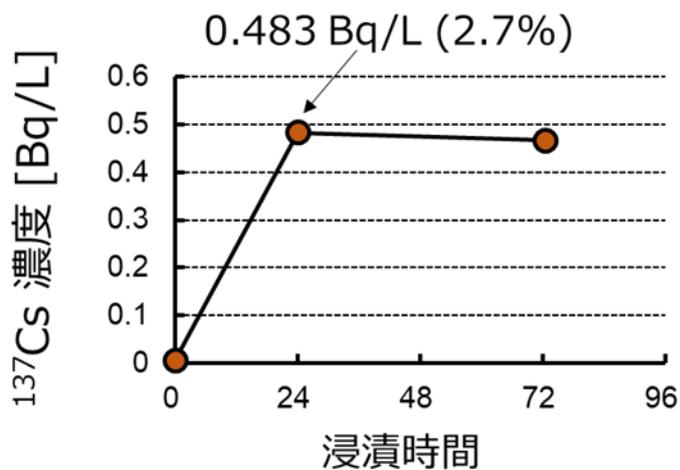


図4 浸漬法の結果 (カッコ内は溶出率を示す)

表 1 酸抽出法の結果

森林土壌 重量 [g]	森林土壌 ¹³⁷ Cs 濃度 [Bq/kg-wet]	森林土壌 ¹³⁷ Cs量 [Bq]	抽出液量 [L]	¹³⁷ Cs溶出量* [Bq]	溶出率* [%]
31.3	10,274	322	1	43.7	13.6
27.6	10,353	285	1	55.0	19.3
23.3	8,230	192	1	41.5	21.7
21.5	10,447	225	1	51.5	22.9
28.5	9,730	277	1	70.1	25.3
19.8	7,837	155	1	35.4	22.8

結果の発表等 令和3年度放射線関連支援技術情報「個別飼育による個体ごとの放射性セシウムの蓄積と排出の把握に向けた技術開発」、「放射性セシウム含有水の作成」
登録データ 21-01-010「カレイ類取込・排出試験」(10-69-2021)